

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO
SOLO DA UTP RIO TAVARES, FLORIANÓPOLIS/SC,
PARA APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS
URBANAS**

Elís Gomes de Souza

Orientador: Prof. Dr. Ramon Lucas Dalsasso
Co-orientadora: Eng^a Aline de Almeida Mota

2012/1



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO SOLO
DA UTP RIO TAVARES, FLORIANÓPOLIS/SC, PARA
APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

Elís Gomes de Souza

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2012**

Souza, Elís Gomes de

Avaliação da Capacidade de Infiltração do Solo da UTP Rio
Tavares, Florianópolis/sc, para Aplicação em Sistemas de Águas
Pluviais Urbanas

Elís Gomes de Souza-Florianópolis, 2012.

x, 55p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Assessment of Soil Infiltration Capacity of the TUP Rio
Tavares, in order to Apply in Systems of Urban Storm Water

1. Capacidade de infiltração; 2. Drenagem urbana; 3.UTP Rio

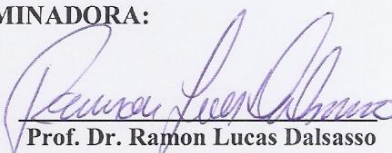
**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL**

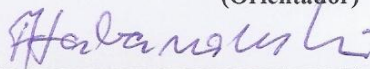
**AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO DO SOLO
DA UTP RIO TAVARES, FLORIANÓPOLIS/SC, PARA
APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

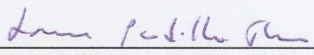
ELÍS GOMES DE SOUZA

**Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa
Catarina para a Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental.**

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Ramon Lucas Dalsasso
(Orientador)


Engº André Labanowski
(Membro da Banca)


Profa. Dra. Liseane PadilhaThives
(Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS
JULHO/2012**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maristela e Samuel, que me ensinaram as duas coisas mais importantes na vida: o amor e a honestidade.

Aos meus irmãos, Eloá e Artur, meus eternos aliados.

Ao meu namorado, Bruno, por me lembrar de que o amor não é uma exata.

À minha tia Bióloga, Mariléia, por me despertar, quando ainda criança, para a imensidão de interações que aconteciam no ambiente à minha volta. E por me mostrar o terceiro maior valor do ser humano: a dignidade.

E ao meu orientador e co-orientadora, Ramon e Aline, pela atenção, críticas e incentivo.

RESUMO

A crescente urbanização acompanhada da falta de planejamento desencadeia problemas de diversas espécies, entre elas a drenagem urbana. Nesse caso os problemas são intensificados pela impermeabilização da bacia hidrográfica, consequentemente o aumento do escoamento superficial e até do tempo de concentração, com isso a vazão de pico fica maior do que antes da ocupação da bacia. O sistema de drenagem utilizado em Florianópolis é o Higienista, que tem como objetivo limpar a cidade promovendo o escoamento rápido das águas, em detrimento da retenção e infiltração, essa forma de executar a drenagem combinada à impermeabilização acaba ajudando na frequência e intensidade de enchentes na área urbana, como ocorre nos bairros que fazem parte da Unidade Territorial de Planejamento Rio Tavares. A infiltração das águas no solo pode ser uma alternativa para diminuir a vazão de pico do hidrograma de uma bacia, nesse caso é importante analisar qual tipo de solo compõe essa e qual sua capacidade de infiltração. Esse trabalho apresenta um estudo na UTP Rio Tavares que avaliou a capacidade de infiltração do solo para aplicar em sistemas de drenagem de águas pluviais. Na região há a presença marcante de solos arenosos, geralmente com alta capacidade de infiltração, mas também é composta por uma planície com alguns cursos d'água e sofre a influência da maré, além desses dados foram levantadas outras informações e características da Unidade, como o plano da Prefeitura para as Áreas de Preservação Permanente do local. Apesar das áreas suscetíveis ao alagamento, a UTP tem potencial para a aplicação da infiltração no sistema de águas pluviais.

PALAVRAS-CHAVE: capacidade de infiltração; drenagem urbana; Unidade Territorial de Planejamento Rio Tavares.

ABSTRACT

The crescent urbanization accompanied by lack of planning triggers problems of several species, including the urban drainage. In this case the problems are intensified by the waterproofing of the watershed, consequently the increase of the surface runoff and even the concentration time, by this reason the peak flow becomes larger than before the occupation of the basin. The drainage system utilized in Florianopolis is the hygienist, wich aims clean the city promoting the fast runoff of the waters, impairing the retention and infiltration, that way of implement the drainage coupled combined with the waterproofing ends helping in the incidence and intensity of the spates in the urban area, as occurs in the neighborhoods forming part of the territorial unit planning Rio Tavares. The infiltration of soil waters can be an alternative to decrease the peak flow from the hydrograph of a basin, in this case is important to analyse which kind of soil composes that one and wich their infiltration capacity. This academic work shows a study done in the UTP Rio Tavares that evaluated the soil infiltration capacity to apply in drainage systems of storm waters. In the region there is the strong presence of sandy soils, generally with high infiltration capacity, but is also composed by a plain with some watercourses and suffers the influence of the tides, besides these datas were raised others information and features of the unit, as the city hall plan for areas of permanent preservation of the site. Despite the areas susceptible to flooding, the UTP Has potential to apply the infiltration in the storm water system.

KEYWORDS: infiltration capacity; urban dreinage; Territorial United Planning Rio Tavares.

SUMÁRIO

ÍNDICE FIGURAS	I
ÍNDICE GRÁFICOS.....	II
ÍNDICE DE TABELAS	III
1 INTRODUÇÃO	2
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivo geral.....	5
2.2 Objetivos específicos.....	5
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1 Ciclo hidrológico	6
3.1.1 Precipitação atmosférica	6
3.1.2 Infiltração	8
3.2 Solos	9
3.2.1 Textura do solo	10
3.2.2 Coeficiente de permeabilidade	11
3.2.3 Capacidade de infiltração	11
3.2.4 Condutividade hidráulica	13
3.2.5 Tipos de solo	14
3.3 Fatores excepcionais influentes nas condições de drenagem do solo	15
3.3.1 Aquífero e lençol freático	15
3.3.1 Efeito da maré	16
3.4 Uso e ocupação do solo	16
3.5 Legislação sobre a infiltração de água da chuva no solo	19
4 METODOLOGIA	22
4.1 Área de estudo.....	22
4.2 Caracterização do solo.....	23
4.2.1 Capacidade de infiltração	23
4.3 Uso e ocupação	24
4.4 Informações relevantes.....	24
4.5 Áreas de possível infiltração	24
5 RESULTADOS.....	26
5.1 Diagnóstico da UTP Rio Tavares.....	26
5.1.1 Relevo	26
5.1.2 Solo	33
5.1.3 Hidrogeologia	34
5.1.4 Uso e ocupação do solo - APP	35
5.1.5 Capacidade de infiltração dos solos da UTP 21	36
6 CONCLUSÃO	38
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

APÊNDICE..... 45

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Ciclo hidrológico	6
Figura 2 Detalhe infiltração.....	8
Figura 3 Forma do hidrograma de acordo com uso/cobertura do solo	9
Figura 4 Capacidade de infiltração.....	12
Figura 5 Localização da área de estudo.....	22
Figura 6 UTP Rio Tavares	27
Figura 7 Foto 1 - da Foz do Rio Tavares.....	27
Figura 8 Foto 2 – Elevação chegando ao divisor de águas na Avenida Pequeno Príncipe (sentido praia).....	28
Figura 9 Foto 3 – Próximo ao Trevo Tapera/Lagoa do Peri.....	28
Figura 10 Foto 4 – Área alagada na margem da Rua José Olímpio da Silva	29
Figura 11 Foto 5 - Servidão Beira-Rio ao lado do Mangue da Tapera..	29
Figura 12 Foto 6 - Mangue da Tapera ao lado da Servidão Beira-Rio..	30
Figura 13 Fotos 7 e 8 - Canal de drenagem da Tapera no Mangue/Canal abaixo da Rua José Correia (Rua do Juca)	30
Figura 14 Foto 9 – Vista Rua da Praia	31
Figura 15 Foto 10 - Vista do divisor de águas à Descida na Rod. Açoriana.....	31
Figura 16 Foto 11 – Vista do divisor de águas para a rampa no bairro da Tapera.....	32
Figura 17 Foto 12 – Vista do Aeroporto para a Bacia 2.....	32

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Tipos de Áreas de Preservação Permanente na UTP Rio Tavares.....	36
Gráfico 2 Capacidade de infiltração dos solos das Bacias da UTP 21..	36

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Classificação do diâmetro do grão.....	10
Tabela 2 Coeficiente de permeabilidade dos solos.....	11
Tabela 3 Qualificação dos Grupos de solo pela taxa de infiltração.....	12
Tabela 4 Potencialidade dos tipos de solo para a Técnica de filtração em margem.....	15
Tabela 5 Bacias hidrográficas da UTP 21	26
Tabela 6 Percentuais de tipos de solo por bacias da UTP 21	33
Tabela 7 Capacidade de infiltração e áreas suscetíveis a alagamento ...	37

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, assim como a maioria dos países do mundo, passou por um forte processo de urbanização a partir da década de 50. Além de trazer a impermeabilização das superfícies da bacia, (Tucci, 1999), ela concentra a ocupação. (TUCCI, 2008).

A urbanização e o sistema de drenagem urbana convencional trazem impactos no ciclo hidrológico natural. Tucci (2000) cita em seu trabalho que a água que antes infiltrava hoje contribui para o volume do escoamento superficial, além de não repor o lençol freático ou fazer parte da evapotranspiração, colaborando para o regime de chuvas, o escoamento superficial é conduzido por condutos pluviais até os corpos receptores. Com isso o tempo de concentração da bacia diminui, enquanto o volume do escoamento aumenta.

O volume de escoamento superficial cresce e as obras de micro-drenagem tornam-se subdimensionadas conforme a bacia hidrográfica se impermeabiliza.

Uma das consequências disso são as enchentes devido à urbanização. Elas tornam-se mais frequentes e mais intensas. Tucci (2000) afirma que essas enchentes acontecem primordialmente pela forma errônea que é projetada a drenagem urbana nas cidades e também por favorecer o escoamento superficial e dificultar a infiltração das águas.

Essa forma de drenagem, chamada higienista, foi projetada na maior parte do mundo na metade do século XX. Assim também foi no Brasil, na maioria das cidades e inclusive em Florianópolis até os dias de hoje. Segundo Canholi (2005), a ideia higienista consiste em obras de canalização que promovem o escoamento rápido das águas urbanas para a jusante. Em uma época que não havia saneamento básico e, por isso, os corpos d'água recebiam o esgoto das cidades, promover o escoamento rápido destes significava limpá-los, levar para longe os riscos de doenças.

O Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis informa justamente isso. Até o final da década de 80, a Prefeitura, com o amparo do Serviço Nacional de Malária, com o intuito de controlar as epidemias de malária e as enchentes aproveitou os cursos d'água que já existiam pela cidade e canalizou. “A proposta era de drenar a cidade e assim evitar a formação de pântanos e de áreas com acúmulo de água.” (PMISB)

Vale ressaltar, que todos os sistemas que compõe o saneamento básico estão interligados, por isso, para o sistema de drenagem urbana

funcionar de forma adequada, os outros também tem de estar funcionando. Mas, além disso, devem-se analisar as características da bacia hidrográfica para, então, projetar o sistema mais apropriado para esta.

O problema da forma Higienista de pensar a drenagem é que, conforme as bacias se impermeabilizam, as soluções passam a ter um custo mais elevado e dependendo das variáveis da bacia hidrográfica, sem tanta eficiência.

No Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis há registros de vários problemas de drenagem urbana na Unidade Territorial de Planejamento (UTP) Rio Tavares. O bairro da Tapera e do Rio Tavares têm problemas de alagamentos pela forte impermeabilização da área e canais hoje subdimensionados. Na Tapera e Carianos o cenário de alagamento piora com a influência da maré.

A Ilha de Santa Catarina tem várias regiões bem urbanizadas. O tamanho, a taxa de ocupação e a área impermeabilizada dos lotes influencia o volume de água que infiltrará no terreno, ou que escoará superficialmente para fora do lote. Quanto mais impermeabilizada a área, maior será a vazão de pico de seu hidrograma unitário.

E a vazão de pico de uma bacia é o que dita o custo dos condutos e canais que transportarão o escoamento. Para a redução destes custos e mitigação de impactos na jusante, uma das alternativas é permitir maior infiltração no solo, em consequência, tornar o hidrograma unitário da bacia mais próxima do que era antes da ocupação. (TUCCI, 1999)

Com isso, surge um novo conceito de drenagem e aparecem soluções alternativas ou ambientais que buscam: favorecer a infiltração, aumentar a retenção e retardar o escoamento.

Como exemplo, o Japão que utiliza técnicas de infiltração também como componente de drenagem, mas com a função principal de controlar o escoamento de base dos rios, repor as águas subterrâneas e prevenir “contra a salinização dos aquíferos.” (FUJITA, 1996 apud SOUZA, 2002)

Mas o processo de infiltração da água no solo depende de muitas outras variáveis. E entre elas estão os diferentes solos por onde a água terá de infiltrar. Alguns permitem maior escoamento que outros.

Cabe ao município reunir informações para planejar e fazer restrições do uso e ocupação do solo e até mesmo incentivar o uso mais sustentável para determinadas áreas. O plano diretor participativo e as leis municipais são ferramentas importantes nesse processo. Uma das formas de garantir que o planejamento da cidade respeitará seus limites naturais é dividi-la em Unidades Territoriais de Análise e Planejamento.

Conforme orienta a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445, as Unidades Territoriais de Análise e Planejamento são definidas priorizando o traçado das bacias hidrográficas e assim tentar um traçado que compatibilize os limites dos distritos administrativos, do município, os talwegues e divisores de água.

Em Florianópolis, uma das UTPs criadas pelo Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico é a UTP Rio Tavares, que demarca a área de estudo desse trabalho. Ela abrange os bairros: Carianos, Rio Tavares, Tapera e parte do Campeche.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a capacidade de infiltração do solo da Unidade Territorial de Planejamento Rio Tavares, para aplicação em sistemas de águas pluviais urbanas e assim trazer novas perspectivas para o sistema de drenagem daquela bacia hidrográfica.

A hipótese é que a UTP Rio Tavares tem, em geral, um solo com alta taxa de infiltração. É uma área que pode utilizar dessa característica para planejar seu sistema de águas pluviais levando em conta outras alternativas.

Dentro do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, um trabalho coordenado pelo professor Maurício Sens, em 2011, afirmou que essa região do Sul da Ilha de Santa Catarina tem, considerando critérios hidrogeológicos e o relevo do meio, um potencial alto para a adoção de técnicas de filtração em margem. Essas técnicas dependem de, entre outros fatores, o coeficiente de permeabilidade do solo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a capacidade de infiltração do solo da UTP Rio Tavares, Florianópolis-SC, para a aplicação em sistemas convencionais e alternativos de águas pluviais urbanas.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o solo da região quanto ao tipo e características hidrogeológicas;
- Caracterizar o uso e ocupação do solo na UTP Rio Tavares, evidenciando as Áreas de Preservação Permanente; e
- Caracterizar a UTP conforme a capacidade de infiltração do solo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

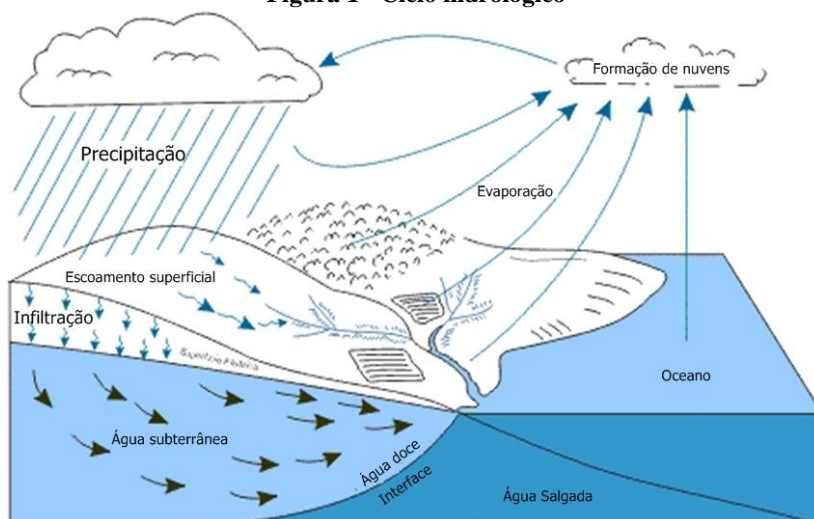
3.1 Ciclo hidrológico

Garcez e Alvarez (1988) consideram que o ciclo hidrológico, na visão da “Engenharia Hidráulica” é composto por quatro fases: precipitações atmosféricas, escoamentos subterrâneos, escoamentos superficiais e evaporação. Conforme mostra a Figura 1.

Para Righetto (1998) o ciclo hidrológico é

o processo natural de evaporação, condensação, precipitação, detenção e escoamento superficiais, infiltração, percolação da água no solo e nos aquíferos, escoamentos fluviais e interações entre esses componentes.

Figura 1 - Ciclo hidrológico



FONTE: Espaço da hidrologia. Acesso em: 10/04/12.

3.1.1 Precipitação atmosférica

A precipitação é umidade da atmosfera depositada na superfície terrestre, entre elas a chuva. (VILLELA e MATTOS, 1975)

A chuva é a forma de precipitação de interesse para o trabalho. O processo que desencadeia na condensação e precipitações consideráveis é a ascensão do ar úmido. Conforme as causas desse movimento se classificam as chuvas:

a) Chuvas convectivas:

São típicas das regiões tropicais. Camadas de ar com densidades diferentes aparecem quando há superfícies terrestres com aquecimento desigual. A atmosfera fica em equilíbrio instável que pode ser quebrado por qualquer motivo, nesse momento ocorre a ascensão brusca do ar menos denso, que pode atingir grandes altitudes. (VILLELA e MATTOS, 1975)

Em geral, são chuvas de curta duração e grande intensidade, que abrangem pequenas áreas. (WILKEN, 1978)

b) Chuvas orográficas:

São causadas quando ventos úmidos ascendem barreiras naturais, como cadeias de montanhas. (VILLELA e MATTOS, 1975)

c) Chuvas ciclônicas:

Podem ser do tipo frontal e não frontal, a primeira é a que ocorre no Brasil. Quando há o contato de duas massas de ar diferentes e o resulta na ascensão do ar quente sobre o ar frio. Quando o ar quente substitui o ar frio, o fenômeno é chamado de frente quente, se ocorre o contrário então se chama de frente fria. Caracterizam-se por serem precipitações de longa duração e intensidade baixa à moderada e atingirem grandes áreas. (VILLELA e MATTOS, 1975)

Entretanto, Wilken (1978) diz que as frentes frias muitas vezes causam chuvas intensas com abrangência de pequenas áreas, enquanto as frentes quentes, essas sim, ocasionam chuvas de grande duração, pequenas intensidades e abrangência de áreas mais espalhadas.

Segundo a Defesa Civil de Santa Catarina, o verão é a estação do ano que as frentes frias normalmente passam por Santa Catarina com pouca atividade chuvosa e deslocamento rápido pelo Estado, e as chuvas que predominam são as convectivas, ocorrem entre o final da tarde e noite. Nessa época a média mensal de precipitação é de 150 a 240 mm. Eventos de chuva intensa em curto espaço de tempo e temporais com ventania e granizo isolado ocorrem no Estado, estas chuvas normalmente provocam estragos e por isso são as mais preocupantes.

Aspectos gerais da precipitação

a) Intensidade

Segundo Villela e Mattos (1975), é a altura de chuva que cai em determinada área pelo tempo de duração desta, geralmente expressa em mm/h e mm/min.

Segundo Fendrich et al. (1984), a equação genérica para o cálculo da intensidade da chuva é:

$$i = K \times \frac{Trm}{(t+to)^n} \quad \text{Equação 1}$$

onde i = intensidade de precipitação máxima média (mm/h); t = tempo de duração da chuva (min); Tr = tempo de recorrência (anos); K, to, m, n = parâmetros a determinar.

b) Tempo de recorrência

Também chamado de Tempo de retorno, é o intervalo de tempo médio (medido em anos) que leva para um determinado evento sem igualado ou superado. É a frequência que esse evento acontece.

Tempo de recorrência maior mostram chuvas mais intensas que um Tempo de retorno menor.

c) Duração

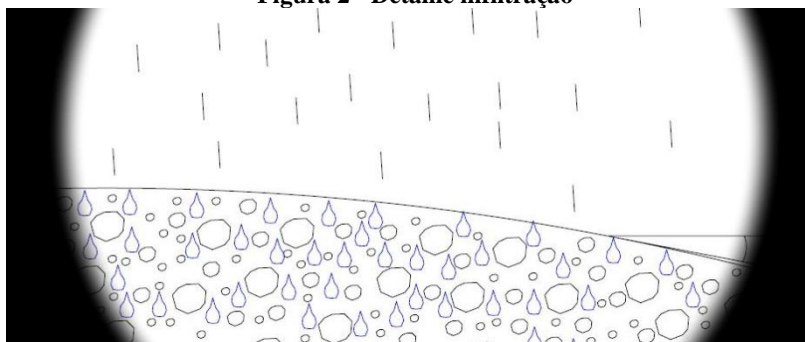
É o tempo de duração da chuva. As chuvas com menor tempo de duração são, normalmente, mais intensas que as chuvas de maior tempo.

Para obter esses valores é necessário ter uma série histórica de dados pluviométricos. Com eles é possível fazer uma curva de Intensidade-Duração-Frequência (IDF), ela serve para auxiliar a construção de projetos de drenagem urbana.

3.1.2 Infiltração

Segundo Garcez e Alvarez (1988), a infiltração está inserida na “fase subterrânea do ciclo hidrológico” (Figura 2). Esse processo depende das características geológicas do solo, do relevo e dos obstáculos oferecidos ao escoamento superficial, como o tipo e porte da vegetação da área.

Figura 2 - Detalhe infiltração



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

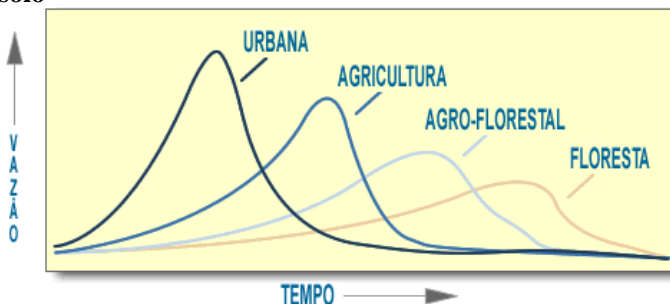
Para Pinto et al. (1976), a infiltração é o processo hidrológico que a água penetra o perfil do solo mais próximo da superfície. O escoamen-

to superficial é o processo hidrológico que acontece quando a intensidade da chuva é maior que a capacidade de infiltração do solo ocorre o escoamento.

De acordo com o modelo de geração de escoamento superficial hortoniano, proposto por (HORTON, 1933; 1940), o escoamento superficial acontece quando a intensidade da chuva é maior que a capacidade de infiltração do solo. Em coberturas impermeáveis ou com características que não favoreçam a infiltração o escoamento superficial é maior. Com isso, a vazão de pico no exultório da bacia tende a ser maior.

Righetto (1998) afirma que as propriedades de uma bacia, tais como “sua área de drenagem, grau de permeabilidade, profundidade do lençol freático, porosidade do solo e também o tipo de precipitação que ocorreu sobre a ela” transparecem no formato do hidrograma unitário (Figura 3).

Figura 3 - Forma do hidrograma de acordo com uso/cobertura do solo



FONTE: Instituto de tecnologia da UFRJ. Acesso em 10/06/12

A etapa da infiltração tem sua devida importância dentro do ciclo hidrológico, já que a água que infiltra pode recarregar um aquífero e, ou, então se transportar subterraneamente até um corpo da água. Se não existissem as águas subterrâneas, os corpos d'água secariam após a chuva e seu escoamento superficial.

3.2 Solos

Segundo Caputo (1969) o solo é o material não estável originado pelo intemperismo da rocha sob ele. É “como uma epiderme do esqueleto rochoso”.

Segundo Oliveira, Jacomine e Camargo (1992) a matéria-prima do solo, isto é, do que ele se origina pode ser desde uma rocha próxima

de onde ele solo foi encontrado, até um material transportado por uma longa distância pela natureza.

Nesse mesmo contexto Oliveira, Jacomine e Camargo (1992) afirma que a aparência e características dos solos retratam todos os processos que esse solo sofreu, desde a suas origens e que desencadearam progressivas transformações. Isso é a morfologia do solo, seus atributos físicos, químicos e mineralógicos. Por essas marcas o solo pode ser identificado.

3.2.1 Textura do solo

Segundo Oliveira, Jacomine e Camargo (1992) o solo é formado por partículas minerais e orgânicas de tamanhos variados. A textura é o percentual de areia, silte e argila (classificados por cotas granulométricas) presentes na amostra do solo.

Costa (2004) comenta em seu trabalho que a textura de um solo depende de alguns fatores, entre eles, os de maior influência: clima, rocha-mãe e topografia. Como exemplo, a rocha-mãe influencia na granulometria do solo.

Costa (2004) também descreve que para descobrir a textura de um solo é necessário separá-lo em grupos de partículas com a mesma faixa de diâmetro.

Existem diversas classificações para classes de textura que utilizam diferentes faixas de diâmetro para caracterizar os grãos do solo em areia, silte e argila. No Brasil é utilizada a classificação segundo a NBR, por outro lado é importante conhecer a classificação feita pela USDA, pois é bem difundida mundialmente. Ambas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação do diâmetro do grão

Classificação		Diâmetro dos grãos (mm)	
		NBR 6502/95	USDA
	grossa	0,6 - 2,0	0,5-2
areia	média	0,2 - 0,6	0,25-0,5
	fina	0,06 - 0,2	0,05-0,1
silte		0,002 - 0,06	0,002-0,05
argila		<0,002	<0,002

FONTE: NBR 6502/95, USDA (1987)

3.2.2 Coeficiente de permeabilidade

Os solos, dentre diversas características, tem a particularidade da permeabilidade. Para Caputo (1967) isso “é a propriedade de permitir o escoamento da água através dele”.

Em 1850, Darcy descobriu experimentalmente um fator de proporcionalidade que rege o movimento da água nos solos. Para o caso do solo saturado, esse fator é denominado coeficiente de permeabilidade, a velocidade que a água percola em um solo saturado. Como pode ser visto na Tabela 2, para cada tipo de solo existem valores característicos de um coeficiente de permeabilidade. (PINTO, 2002)

Entre as características determinantes do coeficiente estão a porosidade, granulometria e as formas dos grãos. (GARCEZ e ALVAREZ 1988)

Segundo Garcez e Alvarez (1988) o coeficiente de permeabilidade do solo de uma bacia hidrográfica intervém fundamentalmente no tempo de concentração e na vazão de pico das enchentes e “na parcela levada às vazões de estiagens pelos lençóis subterrâneos”. Para conhecer esse coeficiente é necessário um estudo geológico dos terrenos da bacia e em alguns casos a investigação de lençóis aquíferos, o escoamento subterrâneo e a origem das fontes.

Tabela 2 - Coeficiente de permeabilidade dos solos

Tipo de solo	k (cm/s)
Pedregulho	100 - 0,1
Areia	0,1 - 0,001
Areias muito finas e siltes, mistura de ambos e argila	$0,001 - 10^{-7}$
Argila	$< 10^{-7}$

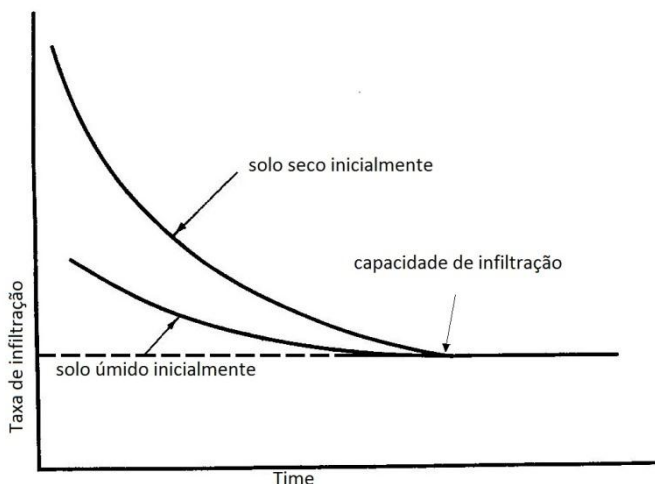
FONTE: Caputo, 1967.

3.2.3 Capacidade de infiltração

A taxa de infiltração é o volume de água que atravessa uma área por unidade de tempo. Essa taxa decresce conforme o solo se encharca, até adquirir um valor constante, quando o solo está saturado. Esse valor é conhecido como capacidade de infiltração (LIBARDI, 2005) (

Figura 4).

Figura 4 - Capacidade de infiltração



FONTE: adaptado de Hillel, 1982.

Assim, em uma coluna de solo, a taxa de infiltração (movimento vertical da água para baixo) tende a assumir o valor de capacidade de infiltração quando esse fenômeno é induzido somente pela gravidade. Portanto conclui-se que a capacidade de infiltração é praticamente igual à condutividade hidráulica saturada do solo (ou coeficiente de permeabilidade), no caso de perfil homogêneo e estruturalmente estável (HILLEL, 1982).

O Serviço de Conservação do Solo (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos da América (USDA) classificou os solos em 4 grupos hidrológicos e no TR-55 (1986) indicou os limites de capacidade de infiltração (taxa de infiltração mínima) de cada grupo, conforme mostra a Tabela 3.

Tabela 3 - Qualificação dos Grupos de solo pela taxa de infiltração

Grupo	Taxa de infiltração mínima (cm/s)	Qualificação
A	$> 2,12 \times 10^{-4}$	Alta
B	$1,06 \times 10^{-4} - 2,12 \times 10^{-4}$	Moderada
C	$3,53 \times 10^{-5} - 2,12 \times 10^{-4}$	Baixa
D	$< 3,53 \times 10^{-5}$	Muito baixa

FONTE: USDA, 1986.

Sartori (2005) classificou os solos brasileiros com base nos valores de capacidade de infiltração propostos por (USDA, 1986) para os quatro grupos de solo do SCS.

3.2.4 Condutividade hidráulica

Segundo Libardi (2005), a condutividade hidráulica de um solo

é um coeficiente que expressa a facilidade que um fluido é transportado através de um meio poroso e que depende, portanto, tanto das propriedades do meio como das propriedades do fluido.

Quando o solo está saturado a condutividade hidráulica assume um valor constante, e denomina-se condutividade hidráulica saturada. A unidade utilizada para representa-la é espaço por tempo: (m/dia), (cm/s). (LIBARDI 2005)

As equações de van Genuchten (1980) são funções que relacionam o potencial mátrico do solo com o estado de umidade do mesmo, através de parâmetros hidráulicos e constantes características do solo. Mota e Kobiyama (2011) utilizaram o modelo computacional Rosetta Lite Version 1.1 para obter os parâmetros dessas equações e obtiveram resultados satisfatórios. Esse modelo é a implementação de Funções de Pedotransferências hierárquicas, e possibilita a obtenção, dentre outros resultados, dos parâmetros das equações de van Genuchten para retenção (Equação 2), e para permeabilidade (Equação 3).

$$\theta(\Psi) = \theta + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha|\Psi|)^n]^m} \quad \text{Equação 2}$$

onde θ é a umidade volumétrica do solo (cm^3/cm^3); θ_r é a umidade residual (cm^3/cm^3); θ_s é a umidade saturada (cm^3/cm^3) que é igual à porosidade total; Ψ é o potencial matricial (cm); α , m e n são os parâmetros de ajuste sendo que $m=1-(1/n)$.

$$K(\Psi) = K_s \frac{\{1 - (\alpha|\Psi|)^{n-1} [1 + (\alpha|\Psi|)^n]^{-m}\}^2}{[1 + (\alpha|\Psi|)^n]^{m/2}} \quad \text{Equação 3}$$

onde K_s é a condutividade hidráulica saturada (cm/s) e K é a condutividade hidráulica não saturada (cm/s).

3.2.5 Tipos de solo

Neossolos são solos pouco evoluídos, constituído por material mineral, ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. (EMBRAPA, 2009)

Neossolo Quartzarênico – São solos formados predominantemente por sedimentos arenosos marinhos. Em geral o perfil é profundo, chaga a ser superior a 2 metros. O horizonte A fica diretamente sob o horizonte C. São muito bem drenados e arejados, por isso, também acabam retendo quase nada de matéria orgânica. Ocorrem normalmente em áreas de relevo pouco movimentado, plano ou suave. Tem caráter álico, por isso pode apresentar toxidez de alumínio. (SOMMER e ROSATELLI, 1991)

Os Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos são os Neossolos Quartzarênicos com lençol freático próximo a superfície. É um solo mal drenado que, por isso acaba acumulando matéria orgânica e com horizonte A espesso. (SOMMER e ROSATELLI, 1991)

Gleissolos compreende solos hidromórficos constituídos por material mineral. Estão constantemente de úmidos, encharcados ou cobertos de água, pois sofrem com a flutuação do lençol freático. Como exemplo de áreas que podem ocorrer: calhas de corpos d'água sofrem os efeitos de cheias e mangues, sofrem o efeito da maré. O solo apresenta cores acinzentadas, esverdeadas ou azuladas. (EMBRAPA, 2009)

Gleissolo Tiomórfico é um solo que ocorre nos manguezais. Apresenta textura argilosa e a presença de enxofre e sais, que pode levar o pH a valores altos. Por ser um solo encharcado pelo efeito da maré, a matéria orgânica não se decompõe totalmente, o que explica a presença de enxofre e a sua cor escura e, por vezes, o mau cheiro. (SOMMER e ROSATELLI, 1991)

Argissolos Vermelho-Amarelos provém do intemperismo do granito. No perfil o solo argiloso do horizonte A migra para o solo arenoso do horizonte B. Apresenta um solo bem graduado e frágil a erosão. A profundidade é aproximadamente 1,5 metros. É encontrado em encosta de morros e colinas. (SOMMER e ROSATELLI, 1991)

Espodossolos Hidromórfico– Esses solos eram chamados solos de podzol. Formam-se em planícies sedimentares; são solos arenosos; saturados de água até próximo à superfície do terreno, devido as condições de relevo; com acúmulo de matéria orgânica e geralmente profundos (1 a 3 m) com migração de matéria orgânica, alumínio e ferro da

superfície para uma região mais profunda no perfil, formando um horizonte chamado espódico.(EMBRAPA, 2009)

É um solo muito ácido e não possui boa fertilidade natural e, por conter muito alumínio é inadequado para agricultura convencional. (SOMMER e ROSATELLI, 1991)

Cambissolo – Grupamento de solos pouco desenvolvidos, constituídos por material mineral com horizonte B incipiente. O grau de intemperização a que foi submetido não foi acentuado e por isso pressupõe que os minerais do material de origem não foram totalmente alterados, por isso no horizonte B incipiente mantém a porção de argila em condição capaz de ocorrer troca de cátion mais elevada em relação aos demais solos.

Na Tabela 4 estão as classificações dos solos quanto ao potencial para técnicas de filtração em margem, para a utilização dessas técnicas uma das variáveis é o coeficiente de permeabilidade.

Tabela 4 - Potencialidade dos tipos de solo para a Técnica de filtração em margem

CLASSIFICAÇÃO	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO SOLO	SOLO
Baixo potencial	Solos argilosos/muito argilosos. Solos que possam ocorrer cimentação do horizonte B. Solos que possuam condições de drenagem restritas.	Latossolos, Nitossolos, Argissolos, Espodossolos, Gleissolos e Organossolos
Médio potencial	Solos com características variando de acordo com a região. Solos pouco evoluídos.	Neossolos e Cambissolos
Alto potencial	Solo com textura areia ou areia-franca em todos os horizontes. São essencialmente quartzosos.	NeossoloQuartzarênico

FONTE: Sens, 2011.

3.3 Fatores excepcionais influentes nas condições de drenagem do solo

1.1.1. Aquífero e lençol freático

As águas subterrâneas participam do ciclo hidrológico armazenando e transportando a água abaixo da superfície do solo.

As reservas subterrâneas de água são formadas pela infiltração de água da chuva por milhares de anos. As reservas maiores com volume significativo para o abastecimento público de água são chamadas de Aquífero, reservas menores armazenadas em formações aluvionares mais próximas da superfície do terreno, recebem o nome de lençol freático. (RIGHETTO, 1998)

Os aquíferos têm capacidade de armazenar grandes volumes de água. A recarga natural para esses casos acontece pela infiltração de água da chuva onde há o afloramento da formação. (RIGHETTO, 1998)

Pinto et al. (1976) descreve que a água que se acumula entre as partículas do solo forma lençóis subterrâneos que se movimentam pela força da gravidade. E podem-se definir dois tipos de lençóis:

a) lençol freático, quando a superfície livre sofre a pressão atmosférica;

b) lençol cativo, quando está confinado entre duas camadas impermeáveis, a pressão na superfície superior é diferente da atmosférica.

Os lençóis freáticos são recarregados pela infiltração de água da chuva, parte do volume infiltrado volta para a atmosfera pela evapotranspiração e parte segue infiltrando no solo pela gravidade até encontrar o nível superior do lençol, e posteriormente constituir o escoamento básico dos cursos da água da região. (RIGHETTO, 1998)

3.3.1 Efeito da maré

Florenzano (2008) afirma que as “marés são produtos da flutuação periódica do nível de água em função do movimento de rotação da Terra, combinado ao efeito gravitacional causado pela atração da Lua e, secundariamente, do Sol”.

As regiões costeiras com cota coincidentes com as cotas de maré alta do local se tornam suscetíveis a alagamentos. Esse cenário de alagamento nessas áreas se torna mais crítico quando combinado com chuvas intensas, além do solo ficar encharcado pelo nível da maré e assim impossibilitar a infiltração da água da chuva, acontece o conflito entre o sentido do fluxo do corpo d’água drenante da bacia (da terra para o mar) e o sentido do fluxo da maré (do mar para a terra).

3.4 Uso e ocupação do solo

O zoneamento é um instrumento amplamente utilizado nos planos diretores para planejar a cidade. Nele a cidade é dividida em áreas sobre

as quais incidem diretrizes diferenciadas para o uso e a ocupação do solo, especialmente os índices urbanísticos.

A Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445, orienta que o planejamento das cidades utilize as Unidades Territoriais de Análise e Planejamento. Nelas as áreas de planejamento são definidas levando em conta as bacias hidrográficas fundamentais e os limites do município, harmonizando os limites dos distritos administrativos com os divisores de águas e talvegues.

Nessa mesma linha de pensamento Garcez e Alvarez (1988) colocam em seu trabalho que um dos dados básicos que se deve analisar ao planejar uma bacia hidrográfica é a infiltração de água no solo.

Na cidade de Florianópolis o fracionamento do solo urbano tem sido regulamentado pela seguinte legislação: Lei nº 2.193/85, Plano Diretor dos Balneários e Interiores da Ilha de Santa Catarina; Lei Complementar nº 001/97, Plano Diretor do Distrito Sede; Lei nº 1.215/74; Decreto nº 135/77; e Lei nº 1.455/78 (Condomínios). Atualmente está em fase de elaboração e discussão um novo plano diretor que segue as recomendações do Estatuto da Cidade, Lei Federal nº 10.257/2001.

Para a LEI nº 2193/85 do município de Florianópolis:

Art. 5 Zonas Urbanizadas são as áreas caracterizadas pela contiguidade das edificações e pela existência de equipamentos públicos, urbanos e comunitários, destinados às funções de habitação, trabalho e recreação e circulação.

Art. 8. Zona Rural é aquela formada pelos espaços não urbanizáveis destinados à prática da agricultura, pecuária, silvicultura, conservação dos recursos naturais e à contenção do crescimento da cidade.

A zona rural é responsável pelas funções complementares às funções urbanas, preserva a qualidade da paisagem natural, supri a necessidade de espaços verdes circundantes à zona urbana.

Também há as áreas de uso não urbano:

APP são as áreas de preservação permanente, necessárias para manter o equilíbrio ecológico, os recursos e a paisagem natural.

As APLs são as Áreas de Uso Limitado, conforme a Lei nº 2193/85:

Art. 22 - Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) são aquelas que pelas características de de-

clividade do solo, do tipo de vegetação ou da vulnerabilidade aos fenômenos naturais, não apresentam condições adequadas para suportar determinadas formas de uso do solo sem prejuízo do equilíbrio ecológico ou da paisagem natural.

Parágrafo Único - São incluídas nas Áreas de Preservação com Uso Limitado (APL) as áreas onde predominam as declividades entre 30% (trinta por cento) e 46,6% (quarenta e seis e seis décimos por cento), bem como as áreas situadas acima da "cota 100" que já não estejam abrangidas pelas Áreas de Preservação Permanente (APP).

A cidade de Florianópolis, conforme o Plano de Uso e Ocupação (Projeto Parcial do Plano Diretor de Florianópolis), é delimitada em ZNN, ZAN, ZT, ZAU, ZNU, ZEIS e ZO. Na sequência o significado e função de cada zona.

ZNN:

Macrozona Núcleo Natural, integrada pelas:

ZUC - Unidades de Conservação

APP - Áreas de Preservação Permanente

AT - Áreas tombadas

Com a função de conservação da natureza e da paisagem.

Segundo a Lei nº 2193/85 da cidade de Florianópolis são Áreas de Preservação Permanente:

I - topos de morro e encostas com declividade igual ou superior a 46,6% (quarenta e seis e seis décimos por cento);

II - mangues e suas áreas de estabilização;

III - dunas móveis, fixas e semi-fixas;

IV - mananciais, desde as nascentes até as áreas de captação d'água para abastecimento;

V - praias, costões, promontórios, tômbulos, restingas e ilhas;

VI - áreas dos parques florestais e das reservas biológicas.

E continuando com o Plano de Uso e Ocupação de Florianópolis:

ZAN:

Macrozona de Amortecimento Natural, integrada pelas:

ZAN-1 – Planície

ZAN-2 – Encosta

Com a função de proteger as zonas núcleo garantindo a conectividade ambiental mediante usos de mínimo impacto.

ZT:

Macrozona de Transição, integrada pelas:

ZRU - Zona Rururbana

ZR - Zona Residencial

Com função de descompressão urbana com padrões de uso que salvaguardem a integridade e a funcionalidade natural.

ZAU:

Macrozona de Amortecimento Urbano, integrada pelas:

ZR - Zona Residencial

ZMR - Zona Mista Residencial.

Com função de usos predominantemente residenciais com baixa e média complexidade.

ZNU:

Macrozona de Núcleo Urbano, integrada pelas:

ZMS - Zona Mista de Serviços

ZMC - Zona Mista Central.

Com função de concentração de atividades centrais e/ou núcleos histórico-patrimoniais.

ZO – Zona Orla

Com função de integração terra-mar e interligação ilha-continente.

ZEIS - Zonas Especiais de Interesse Social

Com a função de moradia social.

3.5 Legislação sobre a infiltração de água da chuva no solo

É comum os municípios delimitarem a Taxa de ocupação dos lotes, essa taxa é a razão em porcentagem da projeção da edificação pela área do terreno. Mas essa medida não garante que haverá área infiltrável no lote.

Ao perceber o impacto negativo que o aumento da impermeabilização das áreas urbanas causa no sistema de drenagem, algumas prefeituras criaram leis que garantem a infiltração das águas pluviais.

A Prefeitura de Chapecó, principal cidade do oeste de Santa Catarina, sancionou em 2009 a Lei complementar nº 387/09:

Art. 1 Toda a edificação (unifamiliar maior que 150 m²), multifamiliar ou comercial nova, fica obrigada a construir mecanismos adequados para coleta, reserva e infiltração das águas pluviais a que tem posse, conforme CÓDIGO DE ÁGUAS - D-024.643-1943 e NBR 15527/07.[...]

Art. 4 Será usado o coeficiente da razão entre a área de contribuição do telhado sobre a área do terreno ($c = \text{a telhado} / \text{a terreno}$) ; se $c < 0,5$ reservação de 500 litros, se $0,5 < c < 0,7$ reservação de 2000 litros e se $c > 0,7$ reservação de 5000 litros.

Parágrafo Único - É obrigatório o destino de uma área igual a 30% da diferença entre a área do terreno e a área resultante da taxa de ocupação, para a infiltração das águas pluviais. Para atender o percentual indicado acima podem ser utilizados os seguintes meios: canteiro de infiltração; pátios gramados ou britados e/ou outros meios, desde que permita a percolação das águas das chuvas. Devem-se adotar os coeficientes de percolação do solo utilizados nos dimensionamentos de unidades de infiltração.

Outros municípios foram além, e criaram leis que incentivam o cidadão a aplicar, entre outras “tecnologias sustentáveis”, técnicas de infiltração de água pluvial no terreno. Esse incentivo vem através de descontos na taxa do IPTU, o chamado IPTU Verde.

A Lei Municipal nº 6.793/10 da cidade de Guarulhos-SP trata dos incentivos ambientais:

Art. 60. Será concedido desconto no valor anual do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana – IPTU, na forma seguinte: [...]

II – possuírem no perímetro de seu terreno áreas efetivamente permeáveis, com cobertura vegetal, adotando-se os seguintes descontos:

a) para imóveis edificadas horizontais: até 2% (dois por cento);

b) para condomínios edificadas horizontais ou verticais: até 1% (um por cento).

§ 1.º Quanto à redução prevista no inciso II deste artigo, para a fixação do valor do desconto serão considerados o tamanho da área permeável em re-

lação ao tamanho do lote e a localização do imóvel dentro do perímetro urbano, na forma do regulamento.

Na cidade de São Vicente-SP é a Lei complementar nº 634/10 que descreve quais medidas receberão as reduções na alíquota do IPTU

Cap. 2: Art. 2.º - Será concedida redução da alíquota do Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU, conforme previsto no Anexo desta Lei Complementar aos proprietários de imóveis residenciais, não-residenciais, e não-edificados, que adotem as seguintes medidas, estimulando a proteção, preservação e recuperação do meio ambiente.

I – em imóveis residenciais e não residenciais, incluindo condomínios horizontais e verticais acima de 6 (seis) unidades:

[...]e) ampliação da área permeável.

[...]II – em terrenos não-edificados:

a) aumento da área permeável;

b) utilização da área em projetos ecologicamente corretos, como hortas comunitárias;

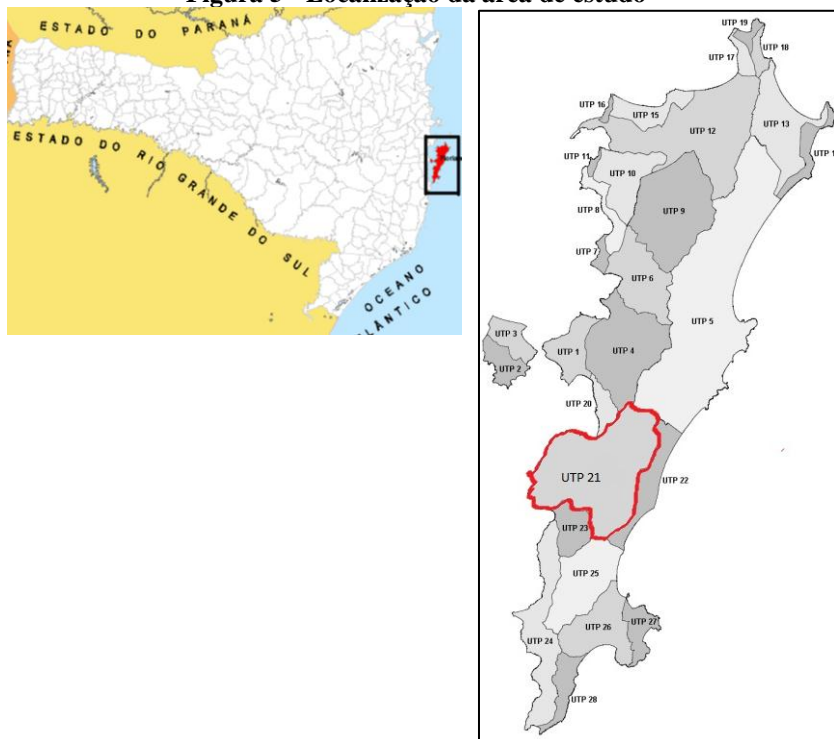
c) implantação de calçada ecológica.

4 METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

A Unidade Territorial de Planejamento do Rio Tavares foi criada em 2009 pelo Plano Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis é uma área localizada na parte Sul da Ilha de Santa Catarina, (Figura 5) que abrange alguns bairros da cidade como o Campeche, a Tapera, o Carianos e o Rio Tavares.

Figura 5 - Localização da área de estudo



FONTE: CIASC/SC. Acesso em: 15/05/12 e PMISB de Florianópolis, 2009.

Com base nos mapas digitais da EPAGRI, de curva de nível e curso d'água foram traçadas as bacias hidrográficas que compõe a UTP Rio Tavares.

4.2 Caracterização do solo

O levantamento dos tipos de solo da região foi feito por pesquisa bibliográfica.

Consultou-se o material Mapeamento temático do município de Florianópolis de Sommer e Rosatelli (1991). Desse estudo foram utilizadas as seguintes informações: tipos de solo presentes na UTP, texturas e perfis desses. O livro Sistema Brasileiro de classificação de solo da EMBRAPA, revisado em 2009, foi usado para atualizar a classificação dos solos.

Digitalizou-se o Mapa Solos de Florianópolis 1: 50.000 de Sommer e Rosatelli (1991) para poder utilizá-lo no Software AutoCAD. Com a ferramenta foram construídos e ilustrados os mapas.

Montou-se uma planilha no Programa Excel com as informações: áreas das bacias hidrográficas, solos que as compõe e suas respectivas áreas dentro dessas, com o objetivo de mostrar a representatividade dos solos nas bacias em percentual.

4.2.1 Capacidade de infiltração

Do estudo de Sommer e Rosatelli (1991) foram utilizadas todas as amostragens dos tipos de solo presentes na área de estudo. Dessas amostragens o parâmetro textura foi usado como dado de entrada no modelo *Rosetta Lite Version 1.1*.

Esse modelo está inserido em outro modelo matemático, o HYDRUS-1D. O *Rosetta Lite Version 1.1* é um modelo computacional que estima parâmetros hidráulicos do solo, como a condutividade hidráulica saturada.

Os dados de entrada são sobre a textura do solo:

- % de areia;
- % de silte;
- % de argila.

E os dados de saída:

- K_s = Condutividade hidráulica saturada (cm/dia);
- α e n = parâmetros de ajuste;
- θ_r = umidade residual (cm^3/cm^3);
- θ_s = umidade saturada (cm^3/cm^3).

Para os tipos de solo com mais de uma amostra foi calculada a média da condutividade hidráulica saturada, e esta média é então a capacidade de infiltração para toda a área correspondente ao tipo de solo.

Com esse valor os solos foram enquadrados em grupos conforme a Tabela 3 (TR-55, 1986). E então, com o mesmo material, qualificou-se

quanto à condutividade hidráulica saturada (taxa de infiltração mínima) em:

- Alta;
- Moderada;
- Baixa e
- Muito Baixa.

O Mapa de solos do trabalho de Sommer e Rosatelli (1991) recebeu o traçado da UTP 21, do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis, 2009.

4.3 Uso e ocupação

Para a caracterização da UTP Rio Tavares quanto ao uso e ocupação do solo foi utilizado o Mapa Zoneamento ambiental de abril de 2012 e escala 1: 50.000.

Esse material faz parte do anteprojeto do Plano Diretor Participativo de Florianópolis.

No programa AutoCAD o mapa do traçado da UTP 21 foi sobreposto ao Mapa de Zoneamento Ambiental.

Os diferentes usos e ocupações foram divididos em dois grupos:

- As ZNN, no caso da área de estudo são as Áreas de Preservação Permanente.

- As outras que não se enquadram o item acima.

E quantificou-se em planilha Excel a área de cada grupo. E as categorias de APP divididas e quantificadas, no caso: Unidades de conservação, terço superior de morro e margem de rio.

4.4 Informações relevantes

Utilizou-se o Mapa do Aquífero do Campeche, do PMISB de Florianópolis e esse traçado foi inserido no Mapa da capacidade de infiltração do solo da UTP 21.

4.5 Áreas de possível infiltração

Do Mapa das Condicionantes ambientais 1: 25.000, do Anteprojeto do Plano Diretor de Florianópolis, apresentado em maio de 2012, foram consultadas as localizações das áreas de alagamento, essas áreas foram consideradas de baixa capacidade de infiltração.

Quantificaram-se essas regiões em Planilha do Programa Excel para cada bacia e para a UTP 21. E essas foram consideradas com capacidade de infiltração baixa.

Foi construído um mapa da capacidade de infiltração da água e sobrepondo essa as áreas suscetíveis a alagamento.

Construiu-se, então, uma tabela que considerou a capacidade de infiltração da água no solo por bacias como:

- Alta: solos do grupo A (SCS);
- Moderada: solos do grupo B (SCS);
- Baixa: solos do grupo C (SCS) e áreas suscetíveis a alagamento.

5 RESULTADOS

5.1 Diagnóstico da UTP Rio Tavares

A Unidade Territorial de Planejamento Rio Tavares é a UTP de número 21 no Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Florianópolis, sua área igual a 49,24 km² com o perímetro de 37 km.

5.1.1 Relevô

A UTP é composta por planícies de leste a oeste. Entretanto possui dois maciços pequenos: o Morro do Lampião, próximo a Praia do Campeche e o Morrote, próximo à Tapera.

O bairro da Tapera tem uma urbanização bem acentuada, a região fica em torno de 2 a 5m de altura do nível do mar, é uma área naturalmente alagável e quando há a combinação de maré máxima e uma precipitação de médio porte a população sofre vários transtornos causados por alagamentos. (PMISB de Florianópolis 2009).

Dentro da UTP há seis bacias hidrográficas. Na Tabela 5 estão as numerações e nominações dadas para cada bacia, respectivas áreas e quanto representam da UTP 21.

Tabela 5 - Bacias hidrográficas da UTP 21

Bacia	Área (km ²)	% UTP
1 - Campeche Rio Tavares	33,881	68,8%
2 - Tapera	4,872	9,9%
3 - Ponta Mangue Tapera	0,151	0,3%
4 - Costa Tapera	0,437	0,9%
5 - Costa Leste	3,490	7,1%
6 - Carianos	6,407	13,0%
Total	49,238	100%

O relevo da UTP, suas bacias hidrográficas e respectivas áreas estão apresentados na Figura 6.

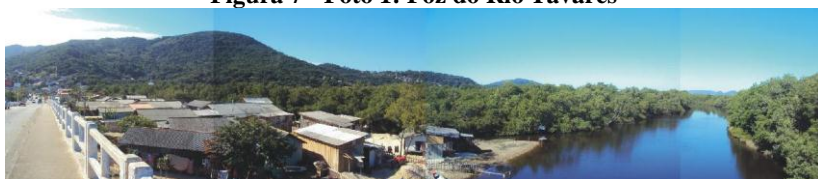
Figura 6 - UTP Rio Tavares



FONTE: Google Earth.

As fotos a seguir foram tiradas conforme indicado na Figura 6.

Figura 7 - Foto 1: Foz do Rio Tavares



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 8 - Foto 2: Elevação chegando ao divisor de águas na Avenida Pequeno Príncipe (sentido praia)



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 9 - Foto 3: Próximo ao Trevo Tapera/Lagoa do Peri



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 10 - Foto 4: Área alagada na margem da Rua José Olímpio da Silva



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 11 - Foto 5: Servidão Beira-Rio ao lado do Mangue da Tapera



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 12 - Foto 6: Mangue da Tapera ao lado da Servidão Beira-Rio



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 13 - Fotos 7 e 8: Canal de drenagem da Tapera no Mangue/Canal abaixo da Rua José Correia (Rua do Juca)



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 14 - Foto 9: Vista Rua da Praia



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 15 - Foto 10: Vista do divisor de águas à Descida na Rod. Açoriana



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 16 - Foto 11: Vista do divisor de águas para a rampa no bairro da Tapera.



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

Figura 17 - Foto 12: Vista do Aeroporto para a Bacia 2



FONTE: Elís Gomes de Souza, 2012.

5.1.2 Solo

A UTP Rio Tavares, apesar de não ser muito extensa e no seu relevo predominar as planícies, é composta por uma variedade significativa de solos. Como pode ser observado no APÊNCIDE A.

Na região do bairro Carianos há o Gleissolo Tiomórfico, isso porque o bairro está ao lado de um manguezal e esse solo é característico desses ambientes. Assim também ocorre em parte do bairro da Tapera, pois lá há, também, um manguezal.

Na planície entorno do Aeroporto há o Neossolo Quartzarênico, como está praticamente no mesmo nível do mar, há uma tendência a alagamentos, isso deixa o solo úmido e com isso o acaba se apresentando como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico.

Nos topos e encostas de morros, Morro do Campeche, Morro do Sertão, na região alta da Tapera, encontram-se os Argissolos, originados afloramentos graníticos existentes na Ilha.

Próximo ao trevo do Campeche encontram-se os Espodossolos e os Organossolos Háplicos.

A distribuição de solos para cada bacia hidrográfica, em área e percentual é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 - Percentuais de tipos de solo por bacias da UTP 21

Bacia 1 - Campeche Rio Tavares		
Solo	Área (km²)	%
Neossolo Quartzarênico	13,647	40,3%
Espodossolo Ferrihumilúvico	1,325	3,9%
Organossolo Háplico	1,998	5,9%
Gleissolo Háplico	2,354	6,9%
Argissolo Vermelho-Amarelo	10,565	31,2%
Cambissolo	0,135	0,4%
Gleissolo Tiomórfico	3,858	11,4%
Total	33,881	100,0%
Bacia 2 - Tapera		
Neossolo Quartzarênico	3,954	81,1%
Gleissolo Háplico	0,049	1,0%
Argissolo Vermelho-Amarelo	0,433	8,9%
Gleissolo Tiomórfico	0,437	9,0%

Total	4,872	100,0%
Solo	Área (km²)	%
Bacia 3 - Ponta Mangue Tapera		
Neossolo Quartzarênico	0,060	39,7%
Argissolo Vermelho-Amarelo	0,051	34,0%
Gleissolo Tiomórfico	0,040	26,3%
Total	0,151	100,0%
Bacia 4 - Costa Tapera		
Argissolo Vermelho-Amarelo	0,346	79,2%
Gleissolo Tiomórfico	0,091	20,8%
Total	0,437	100,0%
Bacia 5 - Costa Leste		
Neossolo Quartzarênico	1,194	34,2%
Organossolo Háplico	0,918	26,3%
Argissolo Vermelho-Amarelo	0,416	11,9%
Gleissolo Tiomórfico	0,960	27,5%
Total	3,490	100,0%
Bacia 6 - Carianos		
Neossolo Quartzarênico	3,420	53,4%
Organossolo Háplico	0,726	11,3%
Gleissolo Tiomórfico	2,262	35,3%
Total	6,407	100,0%

5.1.3 Hidrogeologia

Na parte de sudeste a nordeste da UTP está localizado o Aquífero do Campeche, conforme ANEXO 2, tem 39,2 km² e é usado como manancial para abastecimento de água pela CASAN. As áreas onde ele se encontra há uma pequena profundidade da superfície e o solo bem permeável é a sua zona de recarga direta. Por estar muito próximo do Oceano Atlântico ele é suscetível de intrusão salina. (PMISB de Florianópolis, 2009)

A impermeabilização do solo na área pode comprometer a recarga do aquífero. “A falta de sistema de coleta de esgoto e da ligação das

residências no sistema pode afetar a qualidade dessa água subterrânea, que hoje é considerada de boa qualidade.” (PMISB de Florianópolis, 2009).

Segundo Guedes Jr. (2005) o Sistema Aquífero Costeiro Brasileiro ocorre na Ilha de Santa Catarina como depósitos sedimentares são capazes de armazenar e transmitir água. Estes compõem os melhores aquíferos para captação de água na Ilha.

5.1.4 Uso e ocupação do solo - APP

Da área da UTP 21, 18,155 km² são Áreas de Preservação Permanente, isso é 38% da área total da Unidade. O restante são Zona Residencial e Zona de Amortecimento Natural (Encostas e Planícies/Rural). As Áreas de Preservação Permanente são divididas conforme mostra o Gráfico 1.

A região abriga dois manguezais:

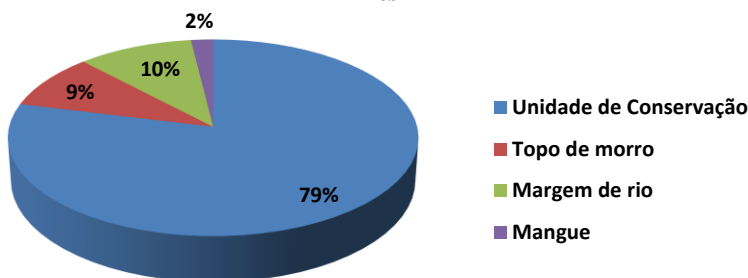
O Manguezal do Rio Tavares teve sua área reduzida ao longo dos anos, principalmente com as construções da Base Aérea de Florianópolis e do Aeroporto Hercílio Luz, a área foi dragada e aterrada, mesmo com essas perdas é o maior manguezal de Florianópolis. É considerada uma unidade de conservação chamada Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé e tem uma área de 14,44 km² e lá ocorre o manejo sustentado de berbigão. (FLORAM, 2011)

O Manguezal da Tapera ainda sofre com a redução da área por causa das drenagens para criar locais de pastagem e construção de moradias. É protegido apenas pelo Código Florestal e pelo Plano Diretor do município.

Os dois possuem canais de drenagem que também estão assoreados, por estarem dentro de áreas protegidas ambientalmente não pode realizar as dragagens desses, como se fazia antigamente. O canal do bairro da Tapera também recebe grande quantidade de lixo e de esgoto doméstico, que contribuem no processo de assoreamento e entupimento deste. (PMISB de Florianópolis 2009)

Na região também há o Parque Municipal do Maciço da Costeira.

Gráfico 1 - Tipos de Áreas de Preservação Permanente na UTP Rio Tavares



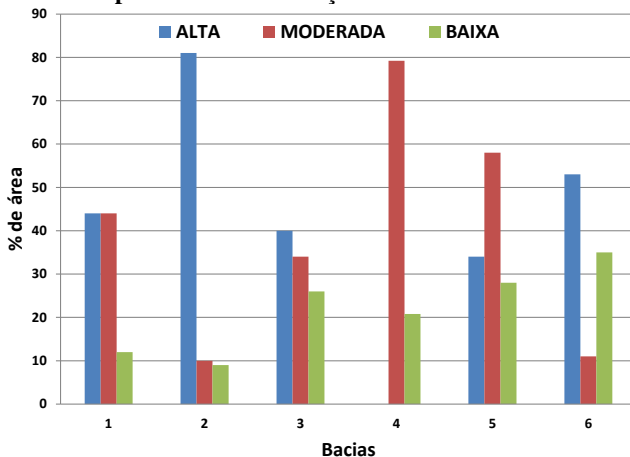
Fonte: Prefeitura Municipal de Florianópolis, 2012.

5.1.5 Capacidade de infiltração dos solos da UTP 21

Os solos da UTP 21 na bacia 1, 2 e 6, as três maiores bacias, são a maioria de textura arenosa, em geral, apresentam alta capacidade de infiltração. Foi o que se pode perceber com os resultados obtidos do modelo computacional ROSETTA.

Os resultados podem ser observados no Gráfico 2 a seguir e no mapa e tabela no APÊNDICE B e APÊNDICE D.

Gráfico 2 - Capacidade de infiltração dos solos das Bacias da UTP 21



Também foram inseridas ao Mapa informações de áreas suscetíveis a alagamentos na região, vide APÊNDICE C. Isso praticamente impossibilita a capacidade de infiltração de água no solo. Por isso, após

análise criou-se a Tabela 7 com a nova análise da capacidade de infiltração por bacia.

Tabela 7 Capacidade de infiltração e áreas suscetíveis a alagamento

Bacia	ALTA	MODERADA	BAIXA
1 - Campeche Rio Tavares	29%	38%	33%
2 - Tapera	57%	9%	35%
3 - Ponta Mangue Tapera	3%	28%	69%
4 - Costa Tapera	0%	79%	21%
5 - Costa Leste	20%	12%	69%
6 - Carianos	29%	0%	71%
UTP 21	31%	29%	41%

6 CONCLUSÃO

A UTP apresenta nas planícies solo Arenoso, os Neossolos, solos Argilosos nos morros e Gleissolo nos manguezais. Há também a presença de Organossolo perto do Mangue do Rio Tavares e na planície mais no interior da UTP na parte sul, nessa região também se encontra o Espodossolo. Cabe ressaltar que a Unidade apresenta um relevo que predomina as planícies com alguns morros.

A maior bacia da UTP, a bacia 1, apresenta 44% do solo com alta capacidade de infiltração. A bacia da Tapera tem 81% dos solos com alta capacidade de infiltração. E a bacia do Carianos apresenta 54%

Apesar de ser constituída por uma fração maior de solos com alta capacidade de infiltração, muitas áreas tornam-se de baixa capacidade, pois são suscetíveis a alagamento e sofrem influência da maré. Com isso diminui a área de solos propícios para a infiltração. Porém continua apresentando números expressivos nas maiores bacias que compõe a UTP: Tapera e Campeche Rio Tavares.

Um exemplo é a bacia da Tapera, que sofre com o problema de subdimensionamento do sistema de drenagem e alagamentos, essa região apresentou 57% da área com capacidade infiltração alta, sendo que, parte dela se localiza no meio da rampa urbanizada da Tapera e a montante da bacia.

A bacia do Campeche Rio Tavares, mesmo considerando as áreas alagáveis com potencial baixo, ainda apresenta 29% da área com capacidade de infiltração alta e 38% moderada.

A Prefeitura fez em 2012 o zoneamento ambiental, quanto ao uso e ocupação da cidade, a UTP 21 recebeu três tipos de uso: residencial, amortecimento natural e preservação.

Na UTP Rio Tavares 37% da área total é reservado para preservação permanente. Esses valores são justificados, pois a área abriga dois manguezais, morros e cursos d'água. Atende dessa forma a Legislação Municipal nº 2193/85.

Portanto, com base no diagnóstico preliminar realizado neste trabalho, pode-se concluir que estudos mais aprofundados para implementação de sistemas de drenagem alternativos, como os do tipo de infiltração, são válidos como busca da solução para os problemas de drenagem enfrentados atualmente na região.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo encontrou algumas limitações quanto às informações. O trabalho do qual foi retirado os dados de solo, apesar de ser o material disponível para a população com dados mais específicos, falta mais amostragens. O mapa dos solos também estava em estado lastimável na Biblioteca Universitária.

Para tirar mais conclusões em cima desse trabalho seria necessário também ter informações de algum estudo da profundidade do Aquífero do Campeche.

Os traçados das bacias hidrográficas podem ter alguns erros em virtude do mapa da EPAGRI apresentar curvas de nível de 20 em 20 metros. Apesar disso, foi utilizado esse mapa, pois ele se apresenta em formato digital dwg, compatível com o programa AutoCAD e o acesso a ele é gratuito via site da EPAGRI.

Para um diagnóstico melhor quanto às áreas alagadas, são necessárias mais informações, como do comportamento da maré na região. Dessa forma seria possível diferenciar o alagamento pela maré e por precipitação.

Outro documento com informações que poderiam contribuir para esse estudo é o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro do IBGE.

REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502: Rochas e solos: Terminologia**. Rio de Janeiro, 1995. 18 p.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina Dos Textos, 2005. 302p.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., v.2, 1969. 382p.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, v.1, 1967. 234p.

COSTA, Joaquim Botelho. **Caracterização e constituição do solo**. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. Cap. 2, p. 43-108.

ESPAÇO DA HIDROLOGIA. **Ciclo hidrológico**. Disponível em: <[http://hidrologia.spaceblog.com.br/107870/CICLO-HIDROLOGICO-I-PRECIPITACAO/\(imagem\)](http://hidrologia.spaceblog.com.br/107870/CICLO-HIDROLOGICO-I-PRECIPITACAO/(imagem))>. Acesso em: 10 abr. 2012

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. 412p.

FENDRICH, Roberto et al. **Drenagem e controle da erosão urbana**. Curitiba: Educa, Cap. 3, p. 116-117, 1984

FLORENZANO, Teresa Gallotti (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2008. Cap. 9, p. 248-277.

FLORIANÓPOLIS. FLORAM. **Áreas de Preservação**. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/index.php?cms=areas+de+preservacao&menu=0>>. Acesso em 6 nov. 2011

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Mapa condicionantes ambientais**. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/05_06_2012_14.11.30.3f4c83777297f13a410d8e44f0a7eb83.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2012)

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Mapa Zoneamento Ambiental**. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27_04_2012_22.09.1

8.d3284463387857451a8762d5f4334a7c.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2012)

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. **Plano de Uso e Ocupação do solo**. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br/sites/planodiretor/index.php?cms=plano+de+uso+e+ocupacao+do+solo&menu=6>>. Acesso em: 14 jun. 2012)

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico: **Diagnóstico da drenagem urbana**. Florianópolis, 2009. 117p.

FLORIANÓPOLIS. Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental. Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico: **Diagnóstico da Caracterização física das unidades territoriais de análise e planejamento**. Florianópolis, 2009. 92p.

FUJITA, S. 1996. **Measures to promote stormwater infiltration**. In: International Conference on Urban Storm Drainage, 7., 1996, Hannover. Proceedings. Hannover. P. 407-412.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher Ltda. 1988. Cap. 1, p. 1-5.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher Ltda. 1988. Cap. 4, p. 43-55.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher Ltda. 1988. Cap. 7, p. 199-209.

GUARULHOS. Prefeitura Municipal. **Lei Municipal N° 6793**. Disponível em: <http://novo.guarulhos.sp.gov.br/files/LEI_6793.pdf>. Acesso em: 23 mai.2012

GUEDES JUNIOR, A. **Áreas de proteção ambiental para poços de abastecimento público em aquíferos costeiros**. Florianópolis, 1 v, 2005. 184p.

HILLEL, Daniel. **Introduction to soil physics**. New York: Academic Press, 1982. 364 p.

HORTON, Robert E. The role of infiltration in the hydrologic cycle. **American Geophysical Union Transactions**. 14:446-460, 1933.

HORTON, Robert E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**. 56:275-370, 1945.

JUSBRASIL ADVOGADOS. **Lei Complementar Nº 387/09 do município de Chapecó**. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/989055/lei-complementar-387-09-chapeco>>. Acesso em: 23 mai. 2012

LEIS MUNICIPAIS. Disponível em: <http://www.leismunicipais.com.br/cgi-local/form_vig.pl>. Acesso em: 14 jun. 2012)

LEIS MUNICIPAIS. **Lei Nº 2193/85 de Florianópolis**. Disponível em: <<http://www.leismunicipais.com.br/legislacao-de-florianopolis/8454/lei-2193-1985-florianopolis-sc.html>>. Acesso em: 23 mai.2012

LIBARDI, Paulo Leonel. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo, SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. Cap. 7, p. 159-199.

LIBARDI, Paulo Leonel. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo, SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2005. Cap. 8, p. 209-215.

LOMBARDI NETO, Francisco et al. **Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços**. In Simpósio sobre terraceamento agrícola. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1989. p. 99-124.

MOTA, Aline Almeida; KOBİYAMA, Masato. **Avaliação da dinâmica da água na zona vadosa em solos de diferentes usos com o modelo Hydrus-1D**. In XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (2011:Maceió) Maceió: ABRH, Anais, 2011. 16p.

OLIVEIRA, João Bertoldo de; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; CAMARGO, Marcelo Nunes. **Classes gerais de solos do Brasil**: Guia auxiliar para seu reconhecimento. 2. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1992. Cap.2, 3-15.

OLIVEIRA, João Bertoldo de; JACOMINE, Paulo Klinger Tito; CAMARGO, Marcelo Nunes. **Classes gerais de solos do Brasil**: Guia auxiliar para seu reconhecimento. 2. ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1992. Cap.5, 31-46.

PINTO, Carlos de Sousa. **Curso Básico de Mecânica dos Solos**. 2. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2002. Cap. 6, p. 101-119.

PINTO, Nelson L. de. Et al. **Hidrologia Básica**. São Paulo, SP: Edgar Blücher, 1976. Cap. 1, p. 1-6.

PINTO, Nelson L. de. Et al. **Hidrologia Básica**. São Paulo, SP: Edgar Blücher, 1976. Cap. 4, p. 44-48.

RIGHETTO, Antonio Marozzi. **Hidrologia e Recursos Naturais**. São Carlos, SP: EESC/USP, 1998. Cap.1, p. 4-5.

RIGHETTO, Antonio Marozzi. **Hidrologia e Recursos Naturais**. São Carlos, SP: EESC/USP, 1998. Cap. 4, p. 231-232.

RIGHETTO, Antonio Marozzi. **Hidrologia e Recursos Naturais**. São Carlos, SP: EESC/USP, 1998. Cap. 10, p. 655-725.

SANTA CATARINA. Defesa Civil. Disponível em: <<http://www.defesacivil.sc.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

São Vicente. Prefeitura Municipal. **Lei complementar N° 634/10**. Disponível em: <http://www.saovicente.sp.gov.br/ambiental/pdf_12/04/634.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2012

SARTORI, Anderson. **Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solodos Estados Unidos**: Parte 1 – Classificação. In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, V. 10, n.4 Out/Dez 2005, p. 5-18.

SENS, Mauricio Luis et al. **Identificação das regiões potencialmente favoráveis para a implantação da técnica de filtração em margem no estado de Santa Catarina**, Florianópolis, 2011. 5p.

SOMMER, Sérgio; ROSATELLI, José Silva. **Mapeamento temático do município de Florianópolis**: solos. Síntese temática. Florianópolis. 1991. 30p.

SOUZA, Vladimir Caramori Borges de. **Nova abordagem para cálculo de espaçamento entre terraços**. Porto Alegre – RS, 2002. 127p.

TUCCI, Carlos E.M. **Águas urbanas**: Estudos avançados, v.22, n.63, p.1-16 e 97-112, 2008.

TUCCI, Carlos E.M. **Aspectos Institucionais do Controle das inundações urbanas**. I Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Brasília, 2000. 16p.

TUCCI, C. E. M. 1999 Água no Meio Urbano. In: Águas Doce do Brasil Rebouças, A. C.; Braga, B.P.F; Tundisi, J.G. (cap.14) p475-508 São Paulo: Escrituras

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. Instituto de Tecnologia. **Gráfico Vazão de pico**. Disponível em: <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma10.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2012

USDA, SCS: **Soil Mechanics Level 1**: USDA Textural Classification. Washington, 1987.

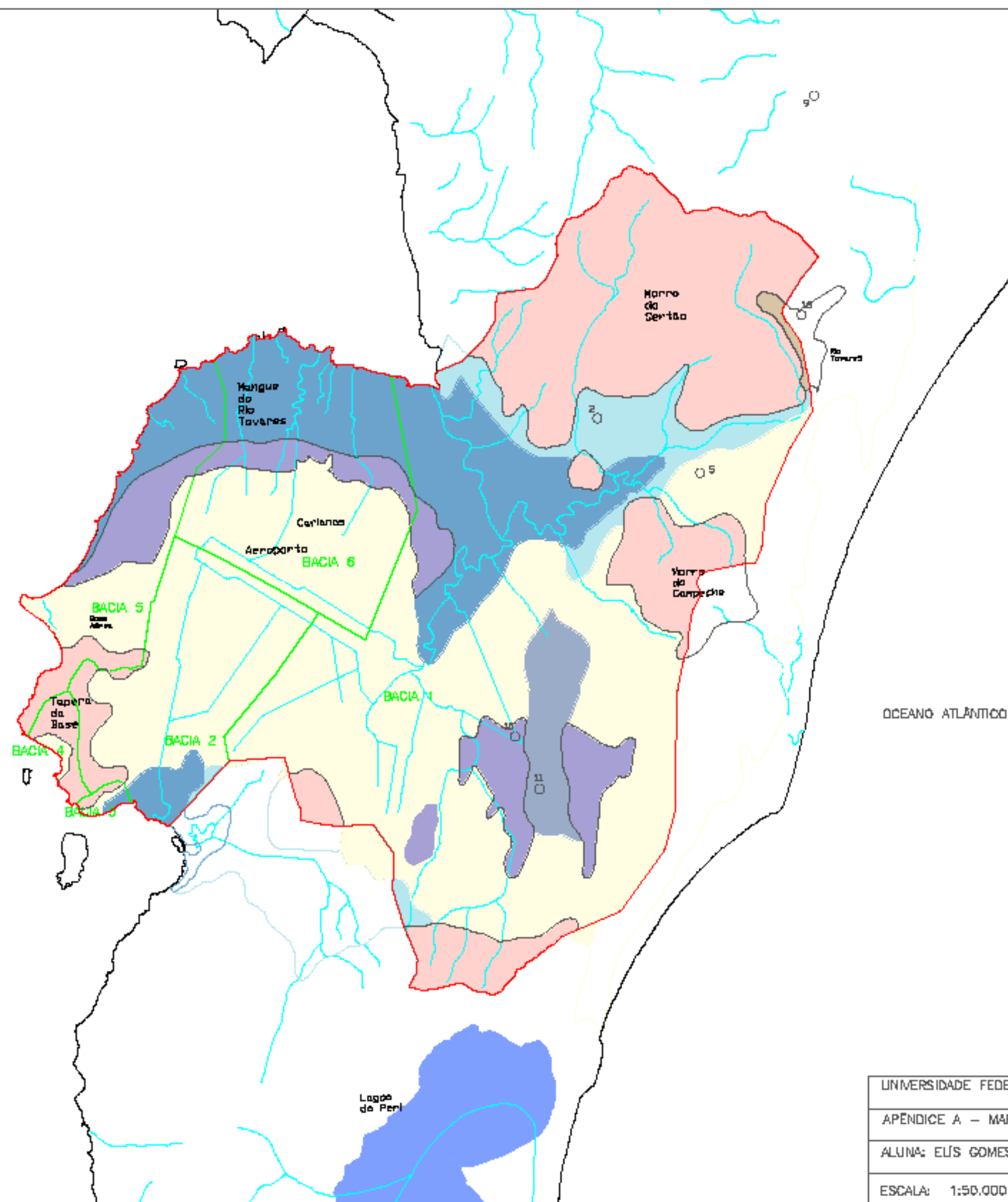
USDA, SCS: **Urban hydrology for small watersheds**. Technical Release, 55(13), Washington, 1986.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. – 1. ed. – São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WILKEN, Paulo Sampaio. **Engenharia de Drenagem Superficial**, São Paulo: CETESB, 1978. 478p.

APÊNDICE

Baía Sul



- CAMBISSOLO
- ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO
- ESPODOSSOLO FERRUHUMILÔNICO
- GLESSOLO HÁLICO
- NEOSSOLO QUARTZARÊNICO
- ORGANOSSOLO HÁLICO
- GLESSOLO TORRÓFICO
- Ponto de amostragem
- Curso d'água
- UTP Rio Tavares

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC

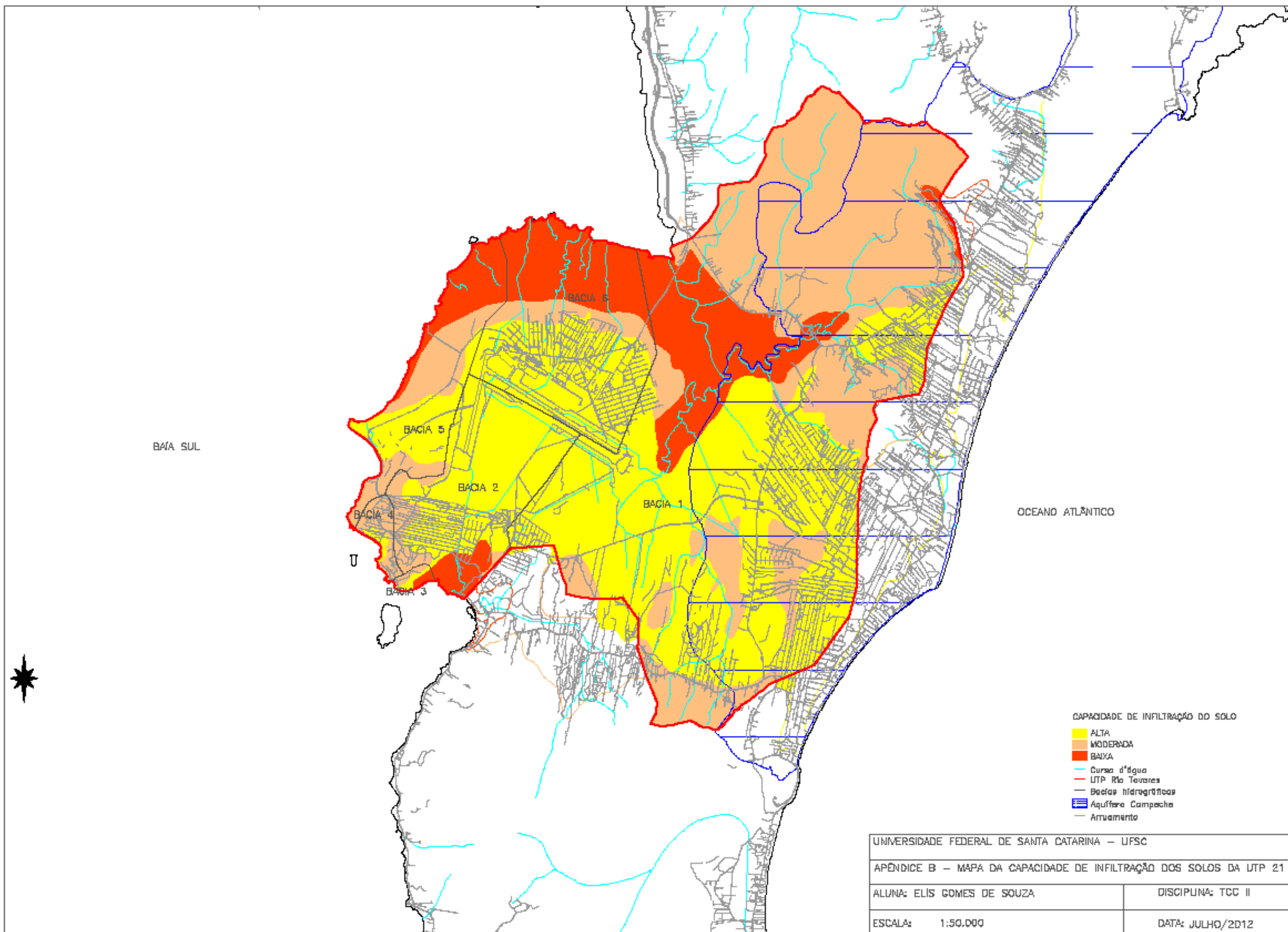
APÊNDICE A – MAPA DOS SOLOS DA UTP 21

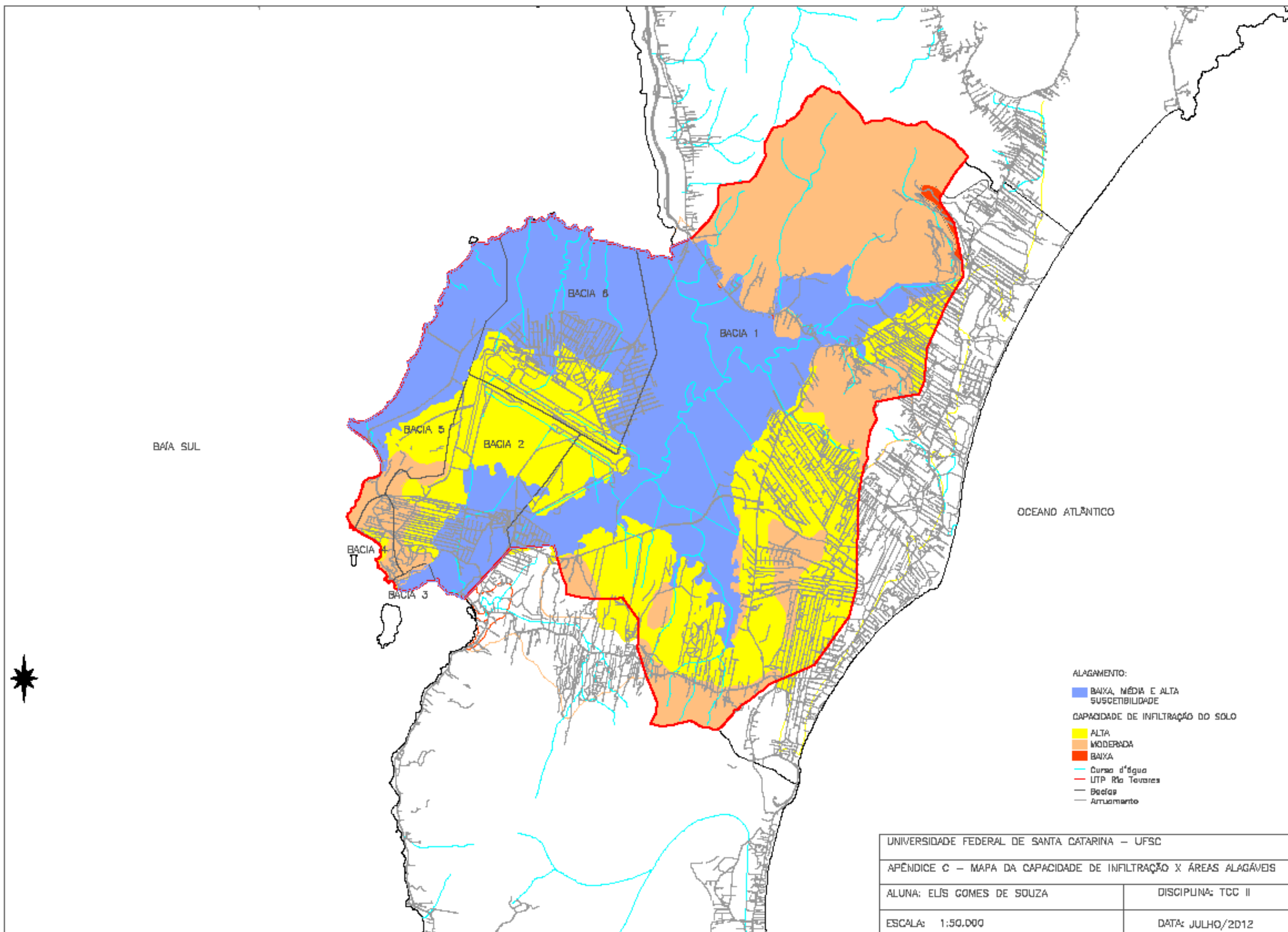
ALUNA: ELIS GOMES DE SOUZA

DISCIPLINA: TCC II

ESCALA: 1:50.000

DATA: JULHO/2012





APÊNDICE D – Classificação dos solos pela capacidade de infiltração

Solo	Grupo	Capacidade de infiltração	%
Bacia 1 - Campeche Rio Tavares			
Neossolo Quartzarênico	A	ALTA	44
Espodossolo Ferrihumilúvico			
Organossolo Háptico	B	MODERADA	44
Gleissolo Háptico			
Argissolo Vermelho-Amarelo	C	BAIXA	12
Cambissolo			
Gleissolo Tiomórfico			
Bacia 2 - Tapera			
Neossolo Quartzarênico	A	ALTA	81
Gleissolo Háptico	B	MODERADA	10
Argissolo Vermelho-Amarelo	C	BAIXA	9
Gleissolo Tiomórfico			
Bacia 3 - Ponta Mangue Tapera			
Neossolo Quartzarênico	A	ALTA	40
Argissolo Vermelho-Amarelo	B	MODERADA	34
Gleissolo Tiomórfico	C	BAIXA	26
Bacia 4 - Costa Tapera			
Argissolo Vermelho-Amarelo	B	MODERADA	79,2
Gleissolo Tiomórfico	C	BAIXA	20,8
Bacia 5 - Costa Leste			
Neossolo Quartzarênico	A	ALTA	34
Organossolo Háptico	B	MODERADA	58
Argissolo Vermelho-Amarelo	C	BAIXA	28
Gleissolo Tiomórfico			
Bacia 6 - Carianos			
Neossolo Quartzarênico	A	ALTA	53
Organossolo Háptico	B	MODERADA	11
Gleissolo Tiomórfico	C	BAIXA	35

APÊNDICE E – Granulometria dos solos e capacidade de infiltração

Argissolo Vermelho-Amarelo

Simbologia antiga: PV1

Horizonte			Granulometria %		
Símbolo	Faixa (cm)	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila

Ponto de amostragem 7

Ap	0 - 18	18	49,7	50,3	0
B1	18-45	27	39,9	45,4	14,7
B21	45-105	60	21	49,8	29,2
B22	105-140	35	24,5	37,2	38,3
Total	0-140	140	29,21	45,87	24,92

Ponto de amostragem 9

A1	0-18	18	57,5	26,6	15,9
B1	18-37	19	52,4	22,9	24,7
B2	37-95	58	39,7	21,2	39,1
Total		95	45,61	22,56	31,82

Ponto de amostragem	9	7
Theta r	0,0731	0,077
Theta s	0,4282	0,4104
Alpha	0,0075	0,0209
n	1,5317	1,3207
Ks(cm/s)	$1,53 \times 10^{-4}$	$7,91 \times 10^{-5}$
Média Ks (cm/s)	$1,16 \times 10^{-4}$	

Simbologia antiga: PV2

Horizonte			Granulometria %		
Símbolo	Faixa (cm)	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila

Ponto de amostragem 1

A1	0-21	21	70,8	16,3	12,9
A3	21-64	43	61,6	25,3	13,1
B2	64-120	56	51,8	21,7	26,5
B3	120-190	70	67,2	20,3	12,5
Total	0-190	190	61,8	21,4	16,8

Ponto de amostragem 13

A1	0-21	21	59,5	27	13,5
A3	21-40	19	39,8	37,7	22,5
B22	40-70	30	17,9	34,2	47,9
B23	70-118	48	19,7	39,2	41,1
B3	118-190	72	25,1	42,4	32,5
Total	0-190	190	27,9	38,1	34,0

Ponto de amostragem	1	13
Theta r	0,054	0,0841
Theta s	0,3858	0,4467
Alpha	0,027	0,0115
n	1,3722	1,4171
Ks(cm/s)	28×10^{-4}	$1,13 \times 10^{-4}$
Média Ks (cm/s)	$1,97 \times 10^{-4}$	

Neossolo Quartzarênico

Simbologia antiga: AQ

Horizonte			Granulometria %		
Símbolo	Faixa (cm)	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila

Ponto de amostragem 5

A1	0-20	20	94,2	0,5	5,3
C1	20-80	60	90,1	0,3	9,6
C2	80-160	80	90,7	3	6,3
Total	0-160	160	90,91	1,68	7,41

Ponto de amostragem 6

A1	0-20	20	92,3	4,2	3,5
C2	100-120	20	90,5	6,6	2,9
Total	0-120	120	91,4	5,4	3,2

Ponto de amostragem	5	6
Theta r	0,0585	0,0493
Theta s	0,3705	0,3793
Alpha	0,0282	0,0351
n	2,4772	2,7832
Ks(cm/s)	$3,56 \times 10^{-3}$	$4,93 \times 10^{-3}$
Média Ks (cm/s)	$4,24 \times 10^{-3}$	

Simbologia antiga: AQH2

Horizonte			Granulometria %		
Símbolo	Faixa (cm)	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila
Ponto de amostragem 10					
A	0-30	30	29	42,8	28,2
C1	30-70	40	14,5	42,4	43,1
C2	70-120		Lençol Freático		
Total	0-120	70	20,7	42,57	36,7

Ponto de amostragem	10
Theta r	0,0893
Theta s	0,4641
Alpha	0,0108
n	1,4241
Ks(cm/s)	$1,42 \times 10^{-4}$

Gleissolo Háptico

Simbologia antiga: GPH1

Horizonte			Granulometria %		
Símbolo	Faixa (cm)	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila
Ponto de amostragem 2					
A	0-20	20	11	53,3	35,7
Cg	40-60	20	8,4	73	18,6
Total	0-60	40	9,7	63,15	27,15

Ponto de amostragem	2
Theta r	0,0829
Theta s	0,4601
Alpha	0,0066
n	1,5653
Ks(cm/s)	$1,36 \times 10^{-4}$

Espodossolo Ferrihumilúvico

Simbologia antiga: PZ1

Horizonte			Granulometria %		
Símbolo	Faixa (cm)	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila
Ponto de amostragem 11					
A1	0-20	20	94,2	3,1	2,7
A2	20-50	30	94	4,7	1,3
Bhir	50-95	45	80,8	8,1	11,1
Total	0-95	95	87,8	6,0	6,2

Ponto de amostragem	11
Theta r	0,0511
Theta s	0,377
Alpha	0,0333
n	2
Ks(cm/s)	$2,55 \times 10^{-3}$

Organossolo Háplico

Simbologia antiga: HO

Horizonte			Granulometria %		
Símbolo	Faixa (cm)	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila
Ponto de amostragem 12					
A	0-20	20	21	58,9	20,1
C1	20-50	30	30,1	47,6	23,3
C2	50-80	30	37,1	45,2	17,7
Total	0-80	80	30,5	49,5	20,4

Ponto de amostragem	12
Theta r	0,0657
Theta s	0,4185
Alpha	0,0062
n	1,5825
Ks(cm/s)	$1,83 \times 10^{-4}$

Cambissolo Háplico

Simbologia antiga: CA

Horizonte			Granulometria %		
Símbolo	Faixa (cm)	Profundidade (cm)	Areia	Silte	Argila
Ponto de amostragem 16					
A1	0-20	20	53	36,3	10,7
A3	20-40	20	41,2	25,2	36,6
B2	40-80	40	35,7	23,7	40,6
Total	0-80	80	41,4	27,2	32,1

Ponto de amostragem	16
Theta r	0,0786
Theta s	0,4207
Alpha	0,0180
n	1,3482
Ks(cm/s)	$6,49 \times 10^{-5}$